

# 結縛 및 非結縛한 마우스의 寒冷에 對한 直腸溫도의 變動에 關하여 (1)

金 正 鎮

(카톨릭大學 醫學部 生理學敎室)

## Changes of Rectal Temperature in Mice Exposed to Cold With and Without Restraint (1)

KIM, Chung Chin

(Dept. of Physiology, Catholic Medical College)

(1964年 3月 28日 接受)

### SUMMARY

120 mice of both sexes weighing from 18 to 22 g. were used. These mice were divided into 12 groups; control (non-restraint and restraint), acclimation (non-restraint and restraint, acclimation for 5 and 10 days), adrenalectomized (non-restraint and restraint) and acclimation-adrenalectomized (non-restraint and restraint, acclimation for 5 and 10 days) groups. The rectal temperatures of each group were measured at 10, 30 and 50 min. under environment of 0°C. Measurements were done with a micropyrometer of B.T.-32 thermocouples. The results obtained may be summarized as follows:

- 1). The rectal temperature in normal mice without restraint was higher than that of normal mice with restraint under environment of 0°C.
- 2). The rectal temperature in normal mice was higher than that of adrenalectomized mice at 20°C. But the rectal temperature in adrenalectomized mice without restraint was higher than that of adrenalectomized mice with restraint under cold-stress. This difference was in the order of 1.65° under environment of 20°C and 10° at 50 min. under environment of 0°C.
- 3). The rectal temperature of normal mice with restraint was less than that of adrenalectomized mice (non-restraint) under cold-stress.
- 4). The rectal temperature of normal and adrenalectomized mice that acclimated under cold-stress (0°C) for 5 and 10 days was usually higher than that of normal and adrenalectomized mice of non-acclimation under environment of 0°C.
- 5). The tolerance in mice under cold-stress was increased on the acclimation of cold.

### 緒 論

體溫은 몸의 部位에 따라 差異가 있다는 것이 近來에 이르러 興味있는 主題가 되었다. 卽 Bazett and McClone (1927), Nedzel (1933), 및 Federov and Shur (1942) 등에 依하여 體溫의 中樞-末梢勾配 또한 皮膚를 寒冷 혹은 溫熱等에 曝露時의 肝臟, 大動脈, 內臟器, 大靜脈血 및 動脈血 等の 溫度에 差異를 나타낸다고 報告되었다. 그리고 Mather *et al.* (1953)은 개를 寒冷環境에 曝露하였을 때 肺動脈血 및 直腸溫도의 變動을 招來한다고 報告한 바 있으며, 또 金(1963)은 마우스를 低溫環境에 曝露하였을 때 直腸溫度는 環境溫度가 낮을수록 빠른 速

度로 低下하여 致死溫度에 到達한다고 報告하였다. Brody (1941), Taylor (1952) 및 蔡(1957)는 마우스의 四肢를 結縛하여 金屬板上에 固定하고 寒冷에 曝露하면 體溫이 直線的으로 下降한다고 報告하였다. 또한 Selye (1950)은 副腎 剔出한 마우스의 體溫이 正常動物의 體溫보다 顯著하게 低下한다고 報告하였다. 그리고 金(1963)에 依하면 마우스의 副腎을 完全히 剔出하여 寒冷環境에 曝露하였을 때 그 耐力이 顯著하게 減少한다고 報告되었다.

Daudoroff (1942), Hoar (1955), Brett (1956), Fry (1956) 및 Pitt *et al.* (1956)에 依하면 各種魚類를 各溫度水에 馴化시키면 그 上限致死溫度 및 下限致死溫度 등이 變動을 招來한다고 報告되었다. 그러나 마우스를 實驗動

物로 使用하여 每日 一回씩 一定한 時間 寒冷에 曝露하여 馴化시킨 後 寒冷曝露로 因한 直腸溫度의 變動을 報告한바는 殆無하다. 特히 結縛 혹은 非結縛으로 因하여 寒冷曝露中 變動하는 直腸溫度를 比較觀察한바도 없다. 그리고 寒冷에 馴化한 마우스의 兩側副腎을 完全히 剔出하고 馴化時溫度에서 結縛 혹은 非結縛하여 曝露하였을 때 直腸溫度의 變動을 報告한바도 없다.

그러므로 著者는 正常群, 馴化群, 副腎剔出群 및 馴化副腎剔出群等の 마우스를 結縛 혹은 非結縛하여 寒冷曝露中 直腸溫度의 變動과 致死率等を 測定하여 比較觀察하기 위하여 本實驗을 行하였다.

**實驗方法 및 材料**

120 마리의 成熟한 SM 系의 雌性 마우스(體重 18--22g)를 一週日間 室溫 20°±1°C에서 同一한 配合飼料로 飼育後 各實驗에 試供하였다.

寒冷環境은 0°±1°C의 自動調節 冷凍器를 使用하였으며 非結縛群의 曝露方法은 縱橫高가 各各 5cm 되는 箱子를 製造하여 한마리씩 投入하고 그 內部에서 自由로 行動할 수 있게 하였다. 그리고 結縛群은 木板板上에 마우스의 四肢를 結縛固定하여 行動을 制限하여 寒冷에 各各 曝露하였다.

寒冷馴化는 0°±1°C 環境에 每日 50分間씩 5日 및 10日間 非結縛으로 曝露하여 取得케 하였다. 그리고 副腎剔出은 ether 로 가볍게 麻醉시키고 背側을 切開하여 兩側副腎을 完全히 剔出하고 三日後 寒冷에 曝露하였다. 그리고 5日 및 10日間 馴化시킨 마우스에서 上記方法으로 副腎을 剔出하여 3日後에 結縛 및 非結縛하여 寒冷에 曝露하였다.

寒冷曝露中 各實驗群의 直腸溫度는 10, 30 및 50分에 micropyrometer (B.T.-32 Thermocorpules)를 使用하여 測定하였고, 이 scale 을 다시攝氏(°C)로 calibration 하였다. 또한 致死率은 呼吸停止 및 12.7°C 以下인 體溫을 標識로하여 各實驗群에서 測定하였다.

各實驗成績들은 T-test 및 (Chi)<sup>2</sup>-test 로써 그 統計學的인 有意義性을 檢證하였다.

**實驗成績**

**正常群:** 對照群(結縛, 非結縛) 및 馴化群(結縛, 非結縛, 5日 및 10日間 馴化)의 마우스를 寒冷環境에 曝露하여 一定한 時間的 間隔에 變動하는 直腸溫度에 對한 實驗成績을 table 1 및 fig. 1 에 表示하였다. 直腸溫度測定中에 各實驗群의 致死率은 table 2 에 表示하였다.

**Table 1.** Changes in rectal temperature in normal mice exposed to 0°C with and without restraint and those of mice acclimatized at 0°C for 50 min. daily for 5 and 10 days are shown. Room temperature was 20°±1°C.

Duration of acclimation (days)	No. of mice	Non-restraint and restraint	Exposure times (min.)			
			Before	10	30	50
1	10	Non-restraint	36.98 ± 0.116	33.22 ± 0.447	33.78 ± 0.273	32.48 ± 0.276
	10	Restraint	36.80 ± 0.12	32.52 ± 0.147	23.08 ± 0.4	13.1 ± 0.55 <sub>8</sub>
5	10	Non-restraint	36.9 ± 0.09	35.08 ± 0.183*	35.30 ± 0.098*	34.98 ± 0.02*
	10	Restraint	37.03 ± 0.15	33.40 ± 0.11*	24.23 ± 0.36*	17.00 ± 0.40*
10	10	Non-restraint	37.38 ± 0.196*	36.00 ± 0.162*	35.46 ± 0.12*	35.64 ± 0.224*
	10	Restraint	37.88 ± 0.245*	33.16 ± 0.16*	24.18 ± 0.25*	17.40 ± 0.50*

\* Represents significant difference (p<0.01) from average values of control group at each exposed time.

**Table 2.** Comparison of tolerance in normal mice exposed to 0°C with and without restraint determined by the respiratory arrest, and those of mice acclimatized to cold for 5 and 10 days. Room temperature was 20°±1°C. Each group of experiments consists of 10 mice.

Duration of acclimation (days)	Mortality/50 min. of mice without restraint	Mortality/50 min. of mice with restraint	Remarkd (chi) <sup>2</sup> test
1	0 *	60 %*	*p<0.01 highly significant
5	0 *	35 %*	*p>0.01 insignificant
10	0 *	20 %*	*p>0.01 insignificant

非結縛對照群의 直腸溫度는 寒冷에 曝露하여 10分後 33.22°C 까지 顯著한 下降을 나타내고 30分後에는 前記溫度 보다 若干 上昇한다. 그리고 50分後에는 다시 低下되어 32.48°C 相當까지 下降하였다. 그러나 非結縛馴化群(5日)의 直腸溫度는 非結縛對照群의 直腸溫度 보다 各測定時間에 平均 1°~2°C 相當의 溫度上昇이 나타난다. 그리고 下降되는 樣相은 非結縛 對照群과 거의 같은 狀態를 나타낸다. 또한 馴化非結縛群(10日間)의 直腸溫度는 寒冷에 曝露後 30分까지 繼續的으로 下降되나 50分에는 反對로 若干 上昇을 나타낸다. 그리고 直腸溫

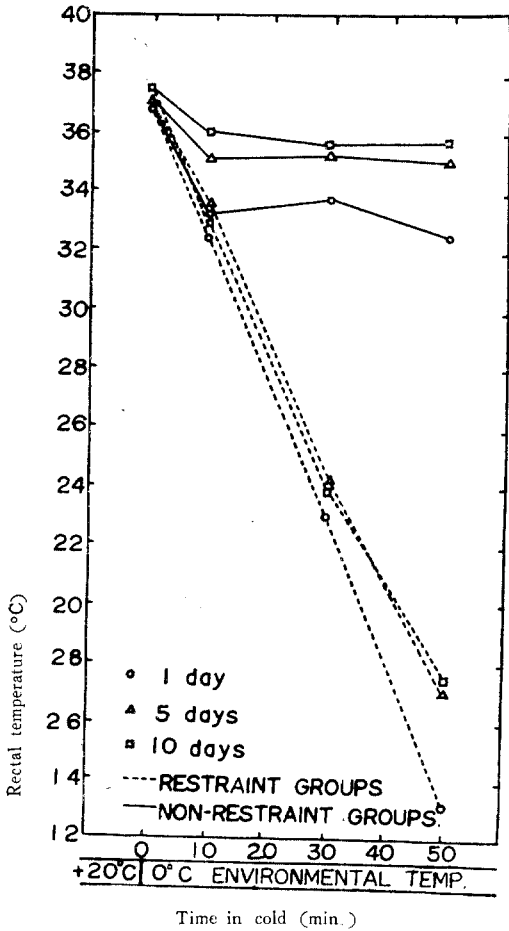


Fig. 1. Relationship between average temperature in the rectum of normal mice, and of mice acclimatized to 0°C for 5 and 10 days conducted under environment of 0°C.

도의 差異는 非結縛馴化群(5日間) 보다 顯著한 上昇을 없으나 非結縛對照群의 直腸溫度 보다 顯著한 上昇을 나타낸다.

結縛對照群의 直腸溫度는 寒冷으로 因하여 直線的인 下降을 나타내어 50分後에는 13.1°C까지 低下되었다. 그리고 結縛馴化群(5日 및 10日間)의 直腸溫度는 寒冷 曝露 初期에 있어서 結縛對照群과 거의 같이 下降되나 50分後에는 13.1°C로 부터 17°C까지 顯著한 上昇을 나타내었다.

非結縛한 對照群 및 馴化群의 致死率은 0%이다. 그러나 結縛對照群의 致死率은 60%를 나타내고 結縛馴化群(5日 및 10日間)에서는 35~20%로서 顯著한 減少를 나타낸다.

副腎別出群: 副腎別出群(非結縛, 結縛) 및 馴化副腎別出群(非結縛, 結縛, 5日 및 10日間)等の 마우스를 寒冷에 曝露하였을 때 直腸溫度의 變動에 對한 實驗成績은 table 3 및 fig. 2에 各各 表示하였고 致死率에 關한 實驗成績은 table 4에 表示된바와 같다.

副腎別出群(非結縛, 結縛)의 直腸溫度는 寒冷曝露로 因하여 對照群(非結縛, 結縛) 보다 顯著한 低下를 나타낸다. 副腎別出群(非結縛, 結縛)의 直腸溫度의 下降되는 樣相은 直線的으로 나타나는 것은 一致하나 그 溫度의 差異는 顯著하다.

馴化副腎別出群(非結縛, 結縛, 5日 및 10日間)의 直腸溫度는 副腎別出群(非結縛, 結縛) 보다 有意義性 있는 增加를 나타낸다. 即 副腎別出群(非結縛, 結縛)에 있어서는 22°C 및 12.0°C로 低下되는데 馴化副腎別出群(非結縛, 結縛, 5日 및 10日間)은 24.83°C, 26.01°C 및 12.7°C, 13.5°C 등으로 顯著한 差異를 나타내고 있다.

Table 3. Changes of rectal temperature in adrenalectomized mice exposed to 0°C with and without restraint and those of adrenalectomized mice acclimatized at 0°C for 50 min. daily for 5 and 10 days. Room temperature was 20°±1°C.

Duration of acclimation (days)	No. of mice	Non-restraint and Restraint	Exposure times (min.)			
			Before	10	30	50
1	10	Non-restraint	35.33 ± 0.188	31.80 ± 0.128	28.00 ± 0.40	22.00 ± 0.63
	10	Restraint	35.20 ± 0.1	27.06 ± 0.28	16.40 ± 0.6	Below ± 12.00
5	10	Non-restraint	35.8 ± 0.13*	34.60 ± 0.163*	31.00 ± 0.42*	24.83 ± 0.94*
	10	Restraint	35.80 ± 0.14*	27.4 ± 0.35	17.16 ± 0.54*	12.7 ± 0.01*
10	10	Non-restraint	36.00 ± 0.16*	34.00 ± 0.156*	31.40 ± 0.38*	26.01 ± 0.56*
	10	Restraint	36.00 ± 0.16*	27.80 ± 0.28*	17.50 ± 0.49*	13.50 ± 0.09*

\* Represents significant difference (p<0.01).

非結縛한 副腎剔出群 및 馴化副腎剔出群의 寒冷曝露로 因한 致死率은 全實驗群을 通하여 0% 이다. 그러나 結縛副腎剔出群의 寒冷曝露中 致死率은 100% 이고 馴化副腎剔出群(結縛, 5日 및 10日間)은 60% 및 40%로 서 各各 顯著한 減少를 나타내었다.

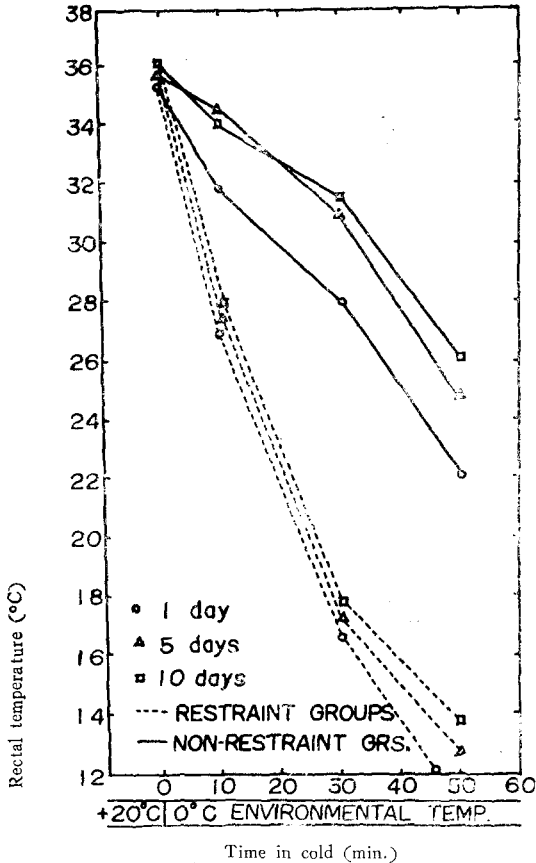


Fig. 2. Relationship between average temperature in the rectum of adrenalectomized mice, and of adrenalectomized mice acclimatized to 0°C for 5 and 10 days conducted under environment of 0°C.

考 察

마우스와 같은 小動物의 體溫은 큰 動物에 比하여 周圍環境의 溫度에 따라 顯著하게 變動을 나타낸다. Fuller and Hiestand (1947)는 마우스의 正常體溫은 36.25°C 이라고 報告하였다. 그러나 金(1963)은 室溫 12~15°C 인 경우 마우스의 直腸溫度는 上記의 溫度에 比하여 顯著하게 低下된 27.0 ± 2°C 이라고 報告하였다. 이와 같은 顯著한 體溫의 差異는 마우스의 體表面積이 큰 動物의 體重에 比하여 相當히 크기 때문에 熱喪失이 많으므로 나타나는 現象이라 思料된다. 그런데 著者は 마우스

Table 4. Comparison of tolerance in adrenalectomized mice exposed to cold-temperature with and without restraint determined by the respiratory arrest and those of adrenalectomized mice acclimatized to cold for 5 and 10 days. Room temperature was 20 ± 1°C. Each group of experiments consists of ten mice.

Duration of acclimation (days)	Mortality/50 min. of mice without restraint	Mortality/50 min. of mice with restraint	Remarkd [(chi)² test]
1	0 %	100 % *	*p < 0.01 highly significant
5	0 %	60 % *	*P < 0.01 highly significant
10	0 %	40 % *	*p > 0.01 insignificant

의 直腸溫度가 36.98°C 여서 Fuller and Hiestand (1947)의 實驗成績과 附合되는 結果를 얻었다.

Mather et al. (1953)에 依하면 개를 麻醉시켜 -10°C 寒冷環境에 曝露하여 每 5分間隔으로 直腸溫度를 測定한바 처음에는 上昇되나 時間經過에 따라 漸次的으로 下降된다고 하였다. 그리고 金(1963)은 마우스를 非結縛하여 寒冷에 曝露하였을 때 直腸溫度는 直線的으로 下降한다고 報告하였다. 그러나 本實驗에 依하면 非結縛對照群에 있어서 直腸溫度가 直線的으로 下降되지 않고 寒冷에 曝露되어 10分後에는 거의 같은 溫度를 維持하였는데, 그 要因은 Prosser et al. (1950)이 副腎 및 甲狀腺等과 같은 內分泌腺의 機能을 促進시키므로 寒冷스트레스에 耐容할 수 있다고 報告한바와 같이 內分泌腺의 機能에 依하여 直腸溫度를 維持할 수 있다. 그리고 著者が 實驗中에 觀察한바에 依하면 寒冷曝露 初期에는 마우스의 몸을 萎縮하고 行動을 取하지 않으나 時間이 經過함에 따라 活潑하게 行動하는 데 이때에 熱生産을 增加시켜 寒冷스트레스로 因한 熱喪失과 平衡狀態를 維持함으로 이루어진 現象이 아닌가 思料된다.

結縛對照群에 있어서는 Brody (1941), Taylor (1952) 및 蔡(1957)에 依하여 報告된바와 같이 直腸溫度가 寒冷스트레스에 依하여 直線的으로 低下되는데 溫度의 差異는 顯著하게 나타나고 있다. 이와 같은 體溫의 差異는 固定板 即 金屬 혹은 木製의 固定板에 따라 熱喪失의 速度가 달라지므로 이루어진 現象이라 思料된다. 그리고 非結縛對照群의 直腸溫度 보다는 顯著하게 下降되어 나타나는데 이는 마우스의 四肢를 結縛固定함으로 行動의 障害뿐 아니라 結縛自體가 하나의 스트레스로 作用할 것이며 또한 體表面積이 增加되므로 熱喪失이 增加하여 致死溫度인 12.7°C 까지 下降되었다고 思料된다.

Selye (1950, 1963)은 動物의 副腎을 剔出하면 모든 스트레스에 對하여 耐力이 弱화된다고 報告하였고, 또한 金(1963)에 依하면 副腎剔出한 마우스의 直腸溫度는 正常 마우스보다 下降한다고 하였는데 著者도 같은 結果를

일었다. 寒冷에 曝露하였을 때는 副腎의 機能이 抑制되어 더욱 顯著하게 直腸溫度가 下降되는데 이것으로 미루어 보아 寒冷 스트레스에 對한 副腎의 活動이 有效하다는 것을 알 수 있다. 그러나 結縛對照群의 直腸溫도와 非結縛副腎剔出群의 直腸溫度를 比較하였을 때 約 10°C 相當이나 差異를 나타낸다. 이 點으로 보아 寒冷 스트레스에 曝露되었을 때 體溫調節機能을 副腎剔出스트레스보다 結縛固定 스트레스에 있어서 더욱 顯著하게 弱화시킨다고 思料된다. 그리고 結縛副腎剔出群의 直腸溫度는 結縛 및 副腎剔出 등의 스트레스를 同時에 받으면서 寒冷에 曝露되므로 上記實驗群의 直腸溫度 보다 急速히 下降되었다고 믿어진다.

Daudoroff (1942), Hoar (1955), Brett (1956), Fry (1956) 및 Pitt *et al.* (1956)에 依하면 各種魚類를 比較의 높은 溫度에서 馴化시키면 그 上限致死溫度가 上昇되고 그리고 下限致死溫度 역시 上昇된다고 하며, 反對로 낮은 溫度에서 馴化시키면 高溫馴化時와는 正反對로 上限 혹은 下限致死溫度가 下降되어 낮은 溫度에서 生存하는 時間이 延長된다고 報告하였다. 그리고 Harper (1959)에 依하면 白鼠와 같은 動物에서는 ascorbic acid 가 各組織內에서 glucose 와 glucuronic acid 에 依하여 合成된다고 報告하였고 또한 Dugal and Therien (1947)에 依하면 白鼠를 寒冷에 曝露하면 各臟器 特別 副腎에서 多량의 ascorbic acid 가 合成 혹은 貯藏되며, guinea pig 에 ascorbic acid 를 投與한 後 寒冷스트레스에 對하여 良好하게 耐容할 수 있었다고 報告하고 있다. 이와 같이 寒冷 스트레스에 馴化되는 過程에 마우스의 體內에 多량의 ascorbic acid 가 貯藏 혹은 合成되어 各馴化群에서 直腸溫度가 1°~4°C 相當의 馴化시키지 않은 實驗群 보다 上昇되었다. 特別 副腎剔出群에 있어서도 上昇된 것으로 보아 ascorbic acid 가 貯藏되었는 것이 作用의 原因으로 일어나는 現象이라고 思料된다.

寒冷에 對한 耐力에 있어서도 馴化됨으로 體溫의 下降速度가 遲延함과 同時에 致死率이 減少된다고 思料되고, 또한 結縛하였을 때는 몸을 萎縮시키고 있을 때 보다 顯著하게 體表面積이 增加되어 熱喪失을 增加시켜 急速도로 致死溫度까지 下降됨으로 致死率이 增加되었다고 思料되는 바이다.

## 結 論

體重 18—22 g 의 成熟한 SM 系의 마우스 120 마리를 對照群(非結縛, 結縛), 馴化群(非結縛, 結縛, 5 日 및 10 日間 馴化) 副腎剔出群(非結縛, 結縛) 및 馴化副腎剔出群(非結縛, 結縛, 5 日 및 10 日間 馴化) 등으로 나누어 寒冷環境(0° ± 1°C)에 曝露하여 10, 30 및 50 分에 直腸溫도의 變動을 觀察하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1). 寒冷環境에 曝露하였을 때 結縛한 마우스의 直腸溫度는 非結縛한 마우스의 32.48°C 에 對하여 13.1°C 까지 顯著하게 下降하였다.

2). 非結縛副腎剔出群의 直腸溫度는 正常 마우스 보다 低下되었으며 또한 寒冷에 曝露하면 더욱 顯著하게 下降하여 約 10°C 程度의 差異를 나타낸다. 그러나 結縛副腎剔出群의 直腸溫度 보다는 約 10°C 程度의 差異로 上昇되었다.

3). 寒冷 스트레스에 있어서 四肢結縛이 副腎을 剔出하였을 때 보다 더욱 마우스의 直腸溫度를 下降시킨다.

4). 寒冷曝露中 馴化群(非結縛, 結縛, 5 日 및 10 日間), 및 馴化副腎剔出群(非結縛, 結縛, 5 日 및 10 日間) 등의 直腸溫度는 對照群(非結縛, 結縛) 및 副腎剔出群(非結縛, 結縛) 등 보다 顯著하게 上昇된다.

5). 各實驗群의 致死率에 있어서는 各 馴化群이 馴化시키지 않은 實驗群 보다 顯著하게 減少된다.

## 文 獻

- Bazett, H.C. and B. McClone, 1927. Temperature gradients in the tissue in man. *Am. J. Physiol.* 82, 415.
- Brett, J.R., 1955. Some principles in the thermal requirements of fishes. *Quart. Rev. Biol.* 31: 2, 75-87.
- Brody, S., 1941. Temperature factors in animal production. In: Temperature, its measurement and control in science of industry. Am. Inst. Physics 46.
- 蔡義業, 1957. 마우스의 陽性加速度에 對한 抵抗力에 미치는 溫度의 影響. *航空醫學* 5, 51 ~ 71.
- Daudoroff, P., 1942. The resistance and acclimatization of marine fishes to temperature changes. 1. Experiments with *Girella nigricans* (A). *Biol. Bull.* 83, 2.
- Dugal, L.P. and M. Therien, 1947. Ascorbic acid and acclimatization to cold. *Canad. J. Res.* 25, 111-136.
- Federov, N.A. and E.I. Shur, 1942. The rôle of the viscera in regulating the temperature of the body of an animal under physiological and pathological conditions. *Am. J. Physiol.* 137, 30.
- Fry, F.E.J., 1956. The lethal temperature as a tool in taxonomy. *Collo. Inter. De Biol. Mar. Stat. De Roscoff* 33(5-6), 205-219.
- Fuller, F.D. and W.A. Hiestand, 1947. High lethal temperature, birds and mammals. *Turtor. News* 25, 148-150.
- Mather, G. W., G. G. Nahas and A. Hemingway, 1953. Temperature changes of pulmonary blood during exposure to cold. *Am. J. Physiol.* 173, 390.

- Harper, H. A., 1959. Review of Physiological Chemistry. Lange Medical Publications, Los Altos, Calif. 75.
- Hoar, W.S., 1955. Seasonal variations in the resistance of goldfish to temperature. *Trans. Roy. Soc. Canada* 49 : 3, 25-34.
- 金秉日, 1963. 寒冷에 對한 마우스의 耐力에 關한 研究. *綜合醫學* 8, 85-106.
- Nedzel, A.J., 1933. Temperature changes in the liver in relation to heat and cold on skin. *Pro. Soc. Exp. Biol. Med.* 30, 689.
- Nedzel, A.J., 1933. Temperature changes in trachea and kidney in relation to heat and cold on skin. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 30, 691.
- Pitt, Y.K., E.T. Garside and R.L. Hepburn, 1956. Temperature selection of the carp (*Cyprinus carpio* L.). *Canad. J. Zool.* 34, 555-557.
- Prosser, C.L., D. W. Bishop, F.A. Brown, T.L. Jahn and V.J. Wulff, 1952. Comparative Animal Physiology. W. B. Saunders Co., Philadelphia. 341.
- Selye, H., 1936. Thymus, adrenals and thyroids in the response of the organism to certain drugs. *Am. J. Physiol.* 116, 141.
- Selye, H., 1950. Stress. Montreal Univ. Pub.
- Taylor, C.L., 1952. Human tolerance for temperature extremes. *In: Physics and Medicine of the Upper Atmosphere.* Albugnergue, New Mexico, The University of New Mexico Press. 548-560.